

VISIT...

LANZAROTE  
*Caliente*.COM

## **ЯЗЫК ЖИВОТНЫХ: ПОДХОДЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ...**

В кн.: «Языки науки – языки искусства», Сборник трудов VII Международной конференции «Нелинейный мир», Москва, 2004, изд-во Института компьютерных исследований, С. 260–278.

*Говорят, в Англии вымысла рыба, которая сказала два слова на таком странном языке, что ученые уже три года стараются определить и еще до сих пор ничего не открыли.*

*Н.В. Гоголь «Записки сумасшедшего».*

Является ли язык уникальным свойством человека? Поскольку существует тенденция определять язык таким образом, что он предстает исключительной привилегией людей, это вносит в исследования определенные предубеждения. Несомненно, язык человека более сложен и изощрен, чем все известные системы коммуникации животных. Но означает ли это, что между общением людей и общением животных существует качественная разница, непреодолимая пропасть – или все дело в степени развития коммуникации, а различия носят количественный характер? Многие исследователи пытались ответить на этот непростой вопрос, применяя принципиально различные подходы и методы. Оказалось, что наиболее сложные формы коммуникации животных по некоторым характеристикам приближаются к языкам человека. Такие формы коммуникации животных этологи называют языковым поведением. Употребляя термин «язык» при описании общения животных, будем мысленно ставить это слово в кавычки.

В последние 30 лет изучение языкового поведения животных открыло совершенно новые перспективы для познания их высших психических функций. Речь идет об использовании символов, категорий, и даже способностей скрывать свои «мысли» и «намерения». Иными словами, изучая возможности коммуникации животных, мы раскрываем дополнительные возможности их интеллекта.

### **Разграничение понятий**

Описывая общение живых организмов, мы употребляем такие понятия как коммуникация, язык и речь. Интуитивно ясно, что коммуникация – понятие слишком широкое для нашего рассмотрения, а речь – слишком конкретное.

**Членораздельная речь** – это одна из форм существования языка: способность использовать слова (у глухонемых – знаки) и складывать из них фразы,

# **Ж.И. Резникова**

## **ЯЗЫК ЖИВОТНЫХ: ПОДХОДЫ, РЕЗУЛЬТАТЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ...**

В кн.: «Языки науки — языки искусства», Сборник трудов VII Международной конференции «Нелинейный мир», Москва, 2004, изд-во Института компьютерных исследований, С. 260–278.

*Говорят, в Англии выплыла рыба, которая сказала два слова на*

*таком странном языке, что ученые уже три года стараются определить и еще до сих пор ничего не открыли.*

*Н.В. Гоголь «Записки сумасшедшего».*

Является ли язык уникальным свойством человека? Поскольку существует тенденция определять язык таким образом, что он предстает исключительной привилегией людей, это вносит в исследования определенные предубеждения. Несомненно, язык человека более сложен и изощрен, чем все известные системы коммуникации животных. Но

означает ли это, что между общением людей и общением животных существует качественная разница, непреодолимая пропасть — или все дело в степени развития коммуникации, а различия носят количественный характер? Многие исследователи пытались ответить на этот непростой вопрос, применяя принципиально различные подходы и методы. Оказалось, что наиболее сложные формы коммуникации животных по некоторым характеристикам приближаются к языкам человека. Такие формы коммуникации животных этологи называют языковым поведением.

Употребляя термин «язык» при описании общения животных, будем мысленно ставить это слово в кавычки.

В последние 30 лет изучение языкового поведения животных открыло совершенно новые перспективы для познания их высших психических функций. Речь идет об использовании символов, категорий, и даже способностей скрывать свои «мысли» и «намерения». Иными словами, изучая возможности коммуникации животных, мы раскрываем дополнительные возможности их интеллекта.

# Разграничение понятий

Описывая общение живых организмов, мы употребляем такие понятия как коммуникация, язык и речь. Интуитивно ясно, что коммуникация — понятие слишком широкое для нашего рассмотрения, а речь — слишком конкретное.

**Членораздельная речь** — это одна из форм существования языка: способность использовать слова (у глухонемых — знаки) и складывать из них фразы, чтобы передать другим понятия, существующие у говорящего

в мозгу. Речь служит чрезвычайно эффективным средством общения, особенно – передачи абстрактных понятий.

Мыслительная экономичность языка позволяет формировать все более сложные представления и, пользуясь ими, мыслить на таких уровнях абстрагирования, которые иначе были бы недостижимы. Любое слово – например, «отвертка» или «демократия» – включает множество различных представлений, ощущений, понятий.

Для развития речи необходимо умение заранее представлять и различать свои действия, создавать и



классифицировать мысленные  
представления о предметах,  
событиях и связях.

**Коммуникация** составляет  
сущность любого социального  
поведения. Трудно представить себе  
общественное поведение без обмена  
информацией или же систему  
передачи информации, которая не  
была бы в каком-то смысле  
общественной. Когда животное  
совершает некое действие,  
изменяющее поведение другой  
особи, можно говорить о том, что  
имеет место коммуникация. Под  
такое широкое определение подходят  
и те случаи, когда, например,

спокойно кормящееся или, наоборот, тревожно насторожившееся животное только лишь своей позой воздействует на поведение других членов сообщества. Поэтому этологи, изучающие процесс коммуникации, задаются вопросом, «намеренно» ли передается сигнал или он лишь отражает физиологическое и эмоциональное состояние животного? Могут ли животные передать друг другу точные сведения о том, например, в какой точке пространства находится источник пищи и как этой точки удобнее достичь?

**Язык** , как это уже отмечалось выше, многими исследователями считается уникальным свойством человека. Близка к общепринятой точка зрения, согласно которой *Homo sapiens* – единственный вид из ныне живущих, который обладает языком в прямом смысле этого слова, то есть коммуникативной системой, приобретенной в результате социального опыта, состоящей из произвольных знаков, которые представляют внешний и внутренний мир, организованной согласно грамматическим правилам и открытой, то есть допускающей неограниченное расширение

репертуара (Jurgens, 1989) . С поведенческой точки зрения язык является системой самопроизвольных движений, состоящих из определенных единиц, которые могут произвольно определять объекты, события и намерения . Под это определение подходят членораздельная речь и жестовый символический язык глухих (Kimura, 1979).

Определений языка так много, что только их перечислению посвящена вся первая глава книги известного американского психолингвиста Н. Хомски «Язык и сознание» (Chomsky, 1972).

Как отмечает в учебнике «Поведение животных» Д. Мак-Фарленд (1982), определить понятие языка с объективной точки зрения очень нелегко, поскольку он характеризуется многими необходимыми признаками. Например, мы можем согласиться с тем, что язык — это средство коммуникации, но очевидно, что не все средства коммуникации являются языком. Человеческий язык обычно существует в форме речи, но это далеко не всегда так. Язык использует символы, но символические и некоторые аспекты коммуникации у пчел. Язык люди осваивают в

течение специфического чувствительного периода развития, но то же самое наблюдается у некоторых птиц, обучающихся песне своего вида. С помощью языка можно передавать информацию не только о сиюминутных ситуациях, но и о таких, которые оказываются удаленными и во времени и в пространстве. Но некоторые сигналы тревоги у животных обладают теми же свойствами. Даже такие аспекты языка, которые, казалось бы, явно выделяют его из коммуникативных систем животных, как использование грамматических правил, в последнее время, как мы увидим ниже,

оказались достаточно спорными.

Известный американский лингвист Ч. Хоккет (Hockett, 1960) предложил использовать базовую таблицу ключевых свойств человеческого языка в сравнении с возможностями животных. В полной таблице Хоккет приводит 16 основных свойств языка, среди которых ключевыми считают восемь, перечисленных ниже.

*Двойственность* , или структурная двойственность, означает, что человеческий язык обладает одновременно и фонологической (звуковой) и грамматической (смысловой)

организацией. Вместо того чтобы для каждого сообщения использовать отдельный сигнал, человеческая речь строится из конечного числа звуков, или фонем, которые, складываясь огромным числом различных способов, образуют смысловую структуру. По остроумному замечанию В.А. Красиловой (1997), змея считалась символом мудрости потому, что у нее раздвоен язык, но еще больше язык раздвоен у человека.

Понятие двойственности сродни понятию семантичности.

*Семантичность* означает присвоение определенного значения



некоторому абстрактному символу, двойственность позволяет строить конструкции из таких символов. Если у животных отсутствует способность воспринимать двойственность, то каждое сообщение, которым они обмениваются, должно заранее возникнуть в процессе филогенетического развития. Они могут обмениваться лишь ограниченным числом сообщений, данных им от природы. Тревожный крик или приветственное урчание уже как бы заранее «сформулированы». Двойственность может освободить носителей языка

от необходимости оперировать только заранее сформулированными сообщениями и позволить создавать новые, собственные сообщения.

*Продуктивность* означает, что носители языка способны создавать и понимать практически бесконечное число сообщений, составленных из конечного числа имеющих смысл единиц. Именно этот механизм делает возможным использование аналогий. Важно, что наличие продуктивности делает язык открытой системой, то есть его носители могут продуцировать неограниченное количество сообщений о чем угодно.

*Произвольность* означает, что сообщения слагаются из произвольных единиц, а не «картинок», иллюстрирующих их смысл. В противном случае, система изображений, соответствующих конкретным сообщениям, будет называться «иконической». Примером иконического письма может служить письмо девочки, которая изобрела письменность из сказки Р. Киплинга. На кусочке коры, переданной с незнакомцем, излагалась просьба прислать новое копьё взамен сломанного, но значки, призванные изображать предметы и события, так исказили смысл, что

посланцу письма не поздоровилось.

### *Взаимозаменяемость*

заключается в том, что любой организм, способный посылать сообщения, должен быть способен и принимать их. Например, когда самка колюшки раздувает брюшко, она вызывает у самца проявление брачного ритуального поведения, а самец своей яркой окраской и специфическими позами вызывает ответную реакцию самки. Роли в этом случае поменяться не могут, и таким образом, в общении колюшки взаимозаменяемость отсутствует. С другой стороны, в сообществе гиббонов или волков все особи могут

в равной мере издавать и воспринимать сигналы, связанные с перемещением в пространстве, наличием пищи, приближением врагов и т.п., так что для коммуникации таких животных характерна взаимозаменяемость.

*Специализация* заключается в том, что общение совершается с помощью специализированной системы коммуникации, то есть животное лишь сообщает что-либо с помощью специфических сигналов, а не просто путем поведенческих актов, направленных на решение собственных жизненных проблем. Человек, по-видимому, обладает

максимально специализированной системой общения. Если же вернуться к примеру с колюшкой, то самцы реагируют непосредственно на физические аспекты сообщения, посылаемого самкой – раздувание брюшка и метание икры – тогда как самка реагирует на изменение окраски самца. Таким образом, сообщение самца (изменение окраски) более специализированно, чем сообщение самки (действия, направленные на решение ее жизненных проблем).

*Перемещаемость* означает, что предмет сообщения и его результаты могут быть удалены во времени и

пространстве от источника сообщения. Люди могут свободно высказываться о прошлых или будущих событиях. Многие исследователи считают, что на это способны и медоносные пчелы, использующие символический язык танцев.

*Культурная преемственность* означает способность передавать договоренность о смысле сигналов в череде поколений посредством культурной, а не генетической преемственности.

Исследователи, изучающие коммуникацию животных, до сих пор эффективно пользуются таблицей

Хоккета, желая сопоставить степень сложности коммуникативных систем разных видов. Для того чтобы приблизиться к ответу на вопрос о степени различия между способами общения у человека и других биологических видов, необходимо проанализировать разные методы и подходы к исследованию языкового поведения животных.

## **Попытки расшифровать «ЯЗЫК» ЖИВОТНЫХ**



**Декодирование сигналов,**  
**составление «словарей».** Многие исследователи, интуитивно чувствуя, что социальным животным есть что «сказать» друг другу, делали попытки составить что-то вроде словарей, то есть расшифровать их сигналы. Самым выдающимся достижением в области декодирования сигналов можно считать расшифровку символического «языка танцев» медоносной пчелы немецким ученым Карлом фон Фришем. Изучая способность пчел различать цвета, фон Фриш обнаружил, что достаточно одной «разведчицы», которая появится на цветном

блюдечке с сиропом, выставленному на открытом воздухе, чтобы вскоре после ее возвращения в улей к этому блюдечку прилетело множество пчел. Это наблюдение привело к открытию у пчел сложной системы коммуникации, которая по ряду признаков близка к символическому языку. После первых результатов фон Фриш, его ученики и последователи проводили эксперименты еще в течение десятилетий, получая новые удивительные результаты. Однако дискуссии по поводу этого открытия длились и после того, как в 1973 г. фон Фриш получил за свое открытие Нобелевскую премию. Решающим

экспериментом, практически  
закрывшим дискуссию, явилось  
создание в 90-е годы действующей  
пчелы – робота. Рассмотрим  
подробнее историю этого открытия.

Предположение о том, что  
пчелы-разведчицы каким-то образом  
сообщают пчелам, находящимся в  
улье, о местах массового цветения  
растений, было высказано еще  
Аристотелем. В научной литературе  
это предположение впервые  
зафиксировано Шпитцнером в 1788  
г. Трудно было объяснить, как пчелы  
это осуществляют. Дело в том, что  
способность к передаче информации  
абстрактного характера – так

называемое *дистанционное наведение* – является у животных редчайшей. Феномен дистанционного наведения описан для дельфинов (Evans, Bastian, 1969), шимпанзе (Menzel, 1974), муравьев (Резникова, 1985). Во всех случаях изучение этого явления требует организации тщательных экспериментов.

Фон Фриш впервые исследовал явление дистанционного наведения у пчел именно как «язык». Он наблюдал поведение пчел в специально сконструированном улье со стеклянными стенками и обратил внимание на то, что возвращающиеся

улей пчелы-сборщицы совершают движения, привлекающие других пчел. Пчелы исполняют танец на вертикальных сотовых пластинах в темноте улья. Угол, составленный осью танца и вертикалью, соответствует углу между направлением на пищу и направлением на солнце. По мере того как солнце продвигается на запад, ось танца поворачивается против часовой стрелки. Скорость виляющей фазы танца соответствует расстоянию между пищей и ульем. Круговой танец – это упрощенный виляющий танец, который показывает, что пища находится

настолько близко, что никакие  
виляния не нужны.

Вернувшаяся разведчица  
привлекает других рабочих пчел с  
помощью определенной  
демонстрации, во время которой она  
машет крыльями и издает «феромон  
привлечения». Но это происходит  
только в том случае, если обнаружен  
действительно ценный источник  
пищи. Эту ценность разведчица  
определяет по расстоянию от улья и  
по качеству пищи. Чем дальше пища  
от улья, тем слаще она должна быть,  
чтобы заставить пчелу танцевать и  
привлечь других пчел. Разведчица  
приносит в улей следы пахучего

вещества с цветов, которые она посетила. Другие рабочие пчелы собираются толпой вокруг танцующей пчелы и запоминают этот запах, чтобы потом использовать память об этом запахе, когда они окажутся вблизи того места, где находится пища.

В более поздних исследованиях фон Фриша было выяснено, что расстояние до источника корма коррелирует с 11 параметрами танца, например, с его продолжительностью, темпом, количеством виляний брюшком, с длительностью звуковых сигналов.

«Язык танцев» пчел удовлетворяет большинству из критериев Хоккета. Так, он во многих отношениях является *символическим*. В частности, точное соотношение между скоростью виляющего танца и расстоянием до нужного пчелам места определяется местными «договоренностями». По-видимому, различные географические расы пчел используют разные «диалекты». Один и тот же элемент виляющего танца обозначает примерно 75 м у немецкой пчелы, около 25 м у итальянской – и всего 5 м у пчелы из Египта. Если все пчелы в семье



придерживаются данной договоренности, не имеет значения, какому именно расстоянию соответствует элемент их танца. Танец можно рассматривать как пример *произвольного соглашения*, поскольку вместо солнца в качестве точки отсчета пчелы могут использовать, например, направление на север (Gould, Gould, 1982). Танцу присуще также свойство *перемещаемости*, так как пчелы сообщают не только об источниках, удаленных в пространстве, но и о тех, которые пчелы посетили несколько часов назад. В течение всего этого времени пчела-

разведчица сохраняет психический образ траектории движения солнца и в соответствии с этим корректирует свой танец. Кроме того, пчелиный танец является, хотя и в ограниченном плане, но *открытой системой*, то есть обладает *продуктивностью*. Дело в том, что танец используют не только «разведчицы» при поисках пищи, но и «квартирмейстеры» при указании подходящего места для жилья во время роения. Многим, наверное, знакома неприятная для пчеловодов картина висящего роя, «клубка» пчел, которые собираются переселяться на новое место.

«Квартирмейстеры» танцуют прямо на поверхности такого роя. Кроме того, пчелы используют танец для того, чтобы направить членов семьи к воде или к прополису.

В результате изучения «языка танцев», по выражению автора одного из наиболее известных учебников по поведению животных, О. Меннинга, (1982), «... мир вынужден признать, что передавать информацию в символической форме может не только человек – это способно сделать такое скромное создание, как пчела».

Однако признание было отнюдь не безоговорочно. Хотя первые

работы Фриша, посвященные языку танцев, были опубликованы еще в 1920-е годы на немецком языке, бурная дискуссия разгорелась в 1950-е годы, что, возможно, связано с выходом в свет его монографий и статей на английском. Основные вопросы были связаны с тем, действительно ли пчелы передают информацию с помощью системы дистанционного наведения, включающей абстрактные символы, или они могут мобилизовать сборщиц при помощи запаха, оставляя следы на своем пути. Было высказано предположение о том, что идеальным разрешением этого спора

были бы результаты, полученные с помощью пчелы-робота, модели, изготовленной для выполнения танца под контролем человека.

Первые попытки изготовить механическую пчелу в 1960–70-е годы не были успешными. В улей помещали разные варианты моделей, которые вибрировали и издавали звуки, как пчела-разведчица (Esch, 1964; Gould, 1976; Лопатина, 1971; Левченко, 1976). Фуражиры проявляли большой интерес к искусственной пчеле, но мобилизации на источник корма не получалось.

Может быть, неслучайно родиной первой действующей механической пчелы стал город Оденсе, родина Ганса Христиана Андерсена, под пером которого родился механический соловей. В 1990-е годы датский инженер Б. Андерсен и руководитель Центра изучения акустической коммуникации животных А. Михельсен создали такую пчелу-робота, которая точно передавала информацию живым пчелам. Пчелы летели из улья на поляну, руководствуясь только лишь указаниями пчелы-робота, которая сама никогда не покидала

искусственного улья (Michelsen et al., 1990; Michelsen, 1993).

В 1997 г. автору довелось быть в Оденсе и посмотреть, как модель пчелы «танцует» в стеклянном улье. Пчела-робот сделана из латуни и покрыта тонким слоем воска. В длину она такая же, как обычная пчела (13 мм), но значительно толще, поэтому выглядит среди пчел примерно как борец сумо среди обычных японцев. Это, однако, не смущает пчел-сборщиц, которые толпятся вокруг и наблюдают за движениями «танцовщицы». Правда, модель должна быть выдержана до опыта в улье в течение 12 часов,

чтобы пропитаться запахом семьи, иначе пчелы ее атакуют. Модель описывает «восьмерки» и при этом издает звуки, генерируемые синтезатором, и совершает виляющие, вибрационные и колебательные движения. Все компоненты танца регулируются с помощью компьютерной программы. Каждые 3 мин компьютер вносит поправку в «танец» модели, с учетом изменившегося положения Солнца. Модель не реагирует на «выпрашивающие» действия окружающих ее пчел, но через каждые 10 полных «восьмерок» она выделяет из своей «головы» каплю



ароматизированного сиропа. В каждом опыте, длящемся 3 часа, используются новые ароматы – тмин, мята, апельсин и т.п. Пчелы должны отыскать на поляне контейнер с тем же ароматом. Их, однако, обманывают: поесть нельзя, так как в этом случае кто-нибудь из прилетевших на поляну пчел в свою очередь может совершать мобилизационные танцы, вернувшись в улей, а по условиям опыта это делает только робот. Многочисленные опыты предшественников, в том числе и самого фон Фриша, показали, что без «инструкций», полученных от

танцовщицы, пчелы вообще не могут отыскать ароматизированную кормушку, находящуюся от улья на тех расстояниях, которые испытывались в опытах. В экспериментах же Михельсена и Андерсена в среднем 80% пчел прилетали в том направлении, которое было указано им роботом. Эти исследования практически закрыли дискуссию по поводу того, действительно ли пчелы могут передавать информацию абстрактного характера.

«Кандидатами» на то, чтобы их «язык» был расшифрован, являются и другие общественные насекомые,

прежде всего, муравьи. Природа поставила их в более сложные условия, чем пчел. Если пчела может лететь к цели подобно крошечной наведенной ракете, руководствуясь такими сравнительно простыми сведениями как «координаты района в пространстве заданы, а ближний поиск точки надо осуществлять по известному заранее запаху», то муравью, чтобы найти заданное место, придется пробираться в дремучих травах или обыскивать веточки в кронах деревьев.

Представим, например, повседневную задачу, с которой сталкиваются хорошо знакомые всем

рыжие лесные муравьи (те, что строят в лесу большие муравейники). Для того чтобы обеспечить семью углеводной пищей, они собирают капли сладкой пади, выделяемой тлями и другими сосущими насекомыми. В лесу легко заметить тысячи муравьев, устремляющихся по стволам в кроны деревьев и спешащих обратно с наполненными брюшками, которые на солнце кажутся прозрачными. Совсем недавно удалось выяснить, что в кроне муравьи не бродят беспорядочно по всем веткам, и не отталкивают друг друга. Каждая небольшая рабочая группа

использует свой листок с колонией тлей (Резникова, Новгородова, 1998). А это уже непростая задача – найти свой листок в огромной кроне дерева, или сообщить о вновь найденной колонии тлей на новом листке.

Нельзя, конечно, говорить о «муравьях вообще», так как их около десяти тысяч видов. Среди них есть муравьиные «приматы», которые строят муравейники высотой до полутора метров, с миллионным населением, и есть очень большое число видов, у которых гнездо представляет собой скромный земляной холмик, а то и вовсе норку,

а численность семьи у них от нескольких десятков до нескольких сотен особей. Чтобы обеспечить такую семью, нет необходимости удаляться от гнезда дальше, чем на 2–3 метра, а на таком расстоянии прекрасно действует и пахучий след. У таких видов разведчики, найдя пищу, мобилизуют из гнезда целую «толпу» так называемых пассивных фуражиров, которые могут бежать к цели по пахучей тропе. Такой процесс называется массовой мобилизацией. Кроме массовой мобилизации, существуют и другие способы привлечения членов семьи к нужному месту, например,

муравьиные « *тандемы* » : один из фуражиров пристраивается «в хвост» другому и так, не теряя контакта, постоянно касаясь антеннами брюшка впереди идущего, доходит с ним до самой цели. Есть вариант одиночной фуражировки: немногочисленные активные фуражиры быстро бегают и собирают пищу с довольно большой территории вокруг гнезда.

В научной литературе описано множество вариантов коммуникации у муравьев (Длусский, 1967, 1982; Захаров, 1991). Они отражают разнообразие экологических условий, в которых эти насекомые

решают различные поисковые задачи. Однако есть ли у муравьев «язык», поддающийся расшифровке, как у медоносной пчелы? Способны ли муравьи, подобно пчелам, к символической передаче абстрактной информации? Есть ли у них дистанционное наведение?

До недавнего времени не было ни одного прямого ответа ни на один из этих вопросов. Были высказаны лишь предположения о том, что процесс обмена информацией у многих видов муравьев может быть связан с тактильным, или антеннальным, кодом: муравьи подолгу обмениваются ударами



антенн, нижнечелюстных щупиков и передних ног. Часто антеннальные контакты сопровождаются передачей от одного муравья к другому капли жидкой пищи — такой процесс называется *трофаллаксом*. Еще в 1899 г. немецкий зоолог Е. Васманн (Wasmann, 1899) предложил гипотезу антеннального кода — своеобразного языка жестов, основанного на быстрых движениях антенн муравьев.

Первые попытки расшифровать антеннальный код муравьев принадлежат П.И. Мариковскому (1958), который описал и зарисовал 14 отдельных сигналов и дал им поведенческое обоснование. Он

попытался выделить «слова», такие как «прошу дать поесть», «тревога» и т.п. Развитие техники киносъемки привело к появлению большого количества работ, главным образом, французских и немецких исследователей, посвященных антеннальному коду. Однако попытки составить нечто вроде словаря жестового языка муравьев потерпели неудачу. К началу 1990-х годов интерес к исследованию комплексов движений муравьев во время предполагаемой передачи информации угас, так как стало ясно, что если у муравьев и есть «язык», то он не содержит таких четко

выраженных структурных единиц, которые бы соответствовали фиксируемым ситуациям, как это имело место у пчел. Иными словами, прямой расшифровке «антеннальный код» муравьев не поддается.

Обратим внимание на то, что исследователи пытались расшифровать антеннальный код, не имея представления о том, могут ли вообще муравьи передавать информацию дистанционным путем. Между тем, как уже говорилось выше, муравьи в своей жизни часто сталкиваются с невозможностью использовать такие сравнительно простые способы коммуникации как

пахучий след или привод фуражиров к найденному источнику пищи. Такие ситуации могут возникнуть, если источник пищи найден далеко от гнезда или находится в достаточно сложно организованной среде – например, в кроне дерева.

Существование дистанционного наведения у муравьев было впервые выявлено автором в серии лабораторных экспериментов, проведенных в 1970 г. (Резникова, 1979, 1983) с муравьями-древоточцами *Camponotus herculeanus*. Муравьи жили в искусственном гнезде на лабораторной арене, разделенной на

две части: в меньшей помещалось гнездо, а в большей, скрытой от муравьев высокой загородкой, – 10 одинаковых искусственных «деревьев», каждое из которых имело 12 «веток», укрепленных в горизонтальной плоскости веером на одном «стволе».

На конце каждой «ветки» помещалась кормушка, но только одна из 120 содержала сироп. Передать информацию о координатах этой единственной «правильной ветки» можно было только путем дистанционного наведения. Действие пахучего следа исключали, протирая спиртом все «ветки»,

которые посещали муравьи. Сначала на рабочую часть арены пропускали первую группу муравьев, а остальных не допускали, убирая мостики, соединяющие жилую и рабочую части арены. Затем к поискам допускали только тех муравьев, которые контактировали с первыми «разведчиками», но сами на установках раньше не были. Для того чтобы узнавать муравьев «в лицо», их метили с помощью капель краски. Опыты, повторенные много раз с разными муравьями и варьированием положения «ветки» с кормушкой, показали, что муравьи могут осуществлять дистанционное

наведение. Так был продемонстрирован сам факт возможности передачи муравьями информации абстрактного характера дистанционным путем. Однако этого оказалось недостаточным для постижения потенциальных возможностей муравьиного «языка». Для этого был разработан принципиально новый подход, о котором будет сказано в последнем разделе статьи. Прежде, чем перейти к нему, продолжим анализ других способов достижения консенсуса с животными.

## **Функциональные**

**семантические                      сигналы                      в**

**акустической коммуникации животных: «слова» без языка?**

Акустические сигналы животных давно привлекали внимание исследователей. Известны многократные попытки расшифровать звуки, издаваемые такими «разговорчивыми» животными как птицы, дельфины, волки и другие. Новая волна интереса к звуковой коммуникации возникла после того, как был составлен «словарь» естественных сигналов восточно-африканских верветок (зеленых мартышек). Рассмотрим этот пример подробнее и на базе этих данных



проанализируем современные работы, посвященные расшифровке акустических сигналов разных видов.

Американский исследователь Т. Струзейкер (Struhsaker, 1967) впервые составил «словарь» верветок, выделив 25 по-разному звучащих сигналов. Среди них были звуки, относящиеся к разным ситуациям и употребляемые в контексте определенных обстоятельств – таких как встреча с особями из своей или чужой группы, территориальные или имущественные конфликты, призывы, обращенные к детенышам и т.п. Однако большинство сочетаний звуков оказались либо недостаточно

четкими, либо не слишком часто повторяемыми. Легко различимыми были крики, издаваемые мартышками в ответ на появление трех разных хищников: леопардов, орлов и змей. Сигналы, издаваемые при появлении леопарда, заставляли верветок взбираться на деревья, тревога по поводу орла — вглядываться в небо и спастись в кустах, а при звуках, означающих появление змеи, обезьяны становились на задние лапы и вглядываются в траву. Струзейкер предположил, что они используют различные знаки для обозначения

разных предметов или разных видов опасности.

Существовали, однако, и скептические интерпретации: тревожные крики могут служить просто сигналами общей готовности, заставляющими животных оглядываться, и если они видят хищника, они реагируют на увиденное, а не на услышанное. Возможно и то, что крики обезьян — это не символы разных хищников, а выражение относительной интенсивности испуга, вызываемого леопардами, орлами и змеями. В таком случае аналогия между криками верветок и человеческими

словами оказывается еще более отдаленной.

Эти гипотезы были проверены американскими экспериментаторами Чини и Сифартом (Cheney, Seyfarth, 1980, 1990; Сифарт, Чини, 1993). Обезьянам транслировали различные записанные на магнитофон сигналы — естественно, в отсутствие хищников, так что животные реагировали только на услышанное, а не на увиденное. Для того чтобы проверить, не отражают ли они степень испуга или возбуждения, изменяли записи, делая их длиннее или короче, громче или тише. Результаты говорили о том, что

крики тревоги функционируют именно как семантические сигналы.

Являются ли акустические сигналы обезьян выученными или врожденными? Выяснилось, что животные от рождения обладают некими акустическими «болванками», которые потом совершенствуются в процессе подражания взрослым. «Крик орла» — это уточненный сигнал, соответствующий некой опасности в небе, который детеныши в раннем возрасте издают при виде крупных, но безопасных птиц, парящих над головой. В процессе развития меняются как реакции детенышей

(они начинают реагировать только на хищных опасных птиц), так и сам характер вокализации.

Опыты с использованием моделей, изображающих хищников, позволяют предположить, что сигналы, обозначающие разные опасные ситуации, есть у разных видов животных. В частности, поведение домашних кур исследовалось путем записи и проигрывания сигналов. Обнаружилось три типа сигналов: «обозначение» двух типов хищников (наземного и воздушного) и сигнал привлечения к пище. «Пищевой» сигнал, который издают петухи,

видоизменяется в зависимости от качества и количества пищи, а также от численности куриной аудитории (Marler et al., 1986; Evans, Evans, 1999).

Для некоторых видов птиц и млекопитающих в подобных опытах были получены отрицательные результаты. Для понимания того, как могут формироваться категориальные сигналы в процессе эволюции, значительный интерес представляют исследования, выполненные на группах близкородственных видов. Например, оказалось, что калифорнийские суслики *Spermophilus beecheyi*

издают специфический свист в ответ на появление опасности с воздуха и щебет в ответ на угрозу со стороны наземного хищника (Leger et al., 1980). В то же время суслики другого вида — *S. beldingi* используют менее специфичные сигналы. Они издают свист, замечая быстро движущегося хищника, от которого исходит непосредственная угроза, и трели — если потенциальный агрессор далеко и движется медленно, однако при этом они не «различают» наземных и надземных хищников, когда издают свои сигналы. Похоже, что у разных видов сусликов существуют варианты



от неспецифического континуума вокализаций до четко выраженных специфических сигналов, соответствующих разным видам опасности (Slobodchkikoff et al., 1991). Подобные результаты были получены и при исследовании близких видов белок (Green, Meagher, 1998).

Хотя значения некоторых «слов» в коммуникации животных удалось расшифровать, большинство авторов не спешат приписать наличие естественной языковой системы даже таким высоко социальным животным как приматы и дельфины. Не случайно свою программную

лекцию, прочитанную в 1998 г. в Кембридже, Чини и Сифард называли «Почему у животных нет языка?». Исследователи обращают внимание на то, что хотя в системе коммуникации некоторых видов есть отдельные сигналы для обозначения отдельных предметов и явлений (хищники, еда, опасность и т.п.), но никто не наблюдал ни появления новых обозначений, ни комбинации известных в какое-либо новое сочетание.

Случаи успешной расшифровки отдельных сигналов можно объяснить тем, что речь идет о сравнительно четко выраженных

отдельных сигналах (элементы пчелиного танца, крики обезьян), соответствующих явно выраженным ситуациям (поиск точки в пространстве, появление орла в небе или змеи в траве). Эти ситуации могут служить ключом при расшифровке «слов» в коммуникации животных.

Набор сигналов, которые удалось выявить в многочисленных наблюдениях и экспериментах, весьма ограничен. Не обнаружено, скажем, сигналов, обозначающих родственную принадлежность («мать», «детеныш») или сигналов, которые обозначали бы

иерархическое положение особи в группе, и так далее. Это может означать либо ограниченность методов, либо реальное отсутствие существенного разнообразия семантических «ярлыков» в коммуникации животных.

Дело в том, что в большинстве случаев этологи, пытаясь расшифровать, например, самые сложные акустические сигналы дельфинов или волков, или быстрые движения «языка жестов» муравьев, находятся в том же положении, что и лингвисты, имеющие в своем распоряжении отрывки рукописей на неизвестном языке, при полном

отсутствии ключа. Если ситуации можно смоделировать в эксперименте, заставляя животных решать определенную задачу, требующую непременно использования коммуникации, то сами сигналы либо не поддаются фиксации, либо крайне неудобны для классификации.

Представим, что мы наблюдаем действия японцев во время чайной церемонии и пытаемся по произносимым словам и совершаемым действиям составить русско-японский словарь. При этом наблюдатель не понимает смысла большинства действий, не знает, где

начинаются и кончаются слоги и фразы, одно и то же слово, произносимое разными лицами, может воспринимать как разные слова и, наоборот, несколько слов принимать за одно. По-видимому, из таких наблюдений составить словарь невозможно. Естественно, при «общении» с животными возможности расшифровки сигналов представляются еще более ограниченными. Потенциальные возможности языкового поведения животных выявляются в прямом диалоге с ними, который стал возможным с использованием

специально разработанных языков-посредников.

## **Языки-посредники: ВОЗМОЖНОСТЬ ДИАЛОГА**

Это поистине революционное направление в этологии и психолингвистике ведет начало с замечательных экспериментов Алена и Беатрис Гарднеров (Gardner, Gardner, 1969), обучивших шимпанзе американскому варианту жестового языка глухонемых (ASL – American Sign Language).

Эксперименты Гарднеров имеют некоторую предысторию. Еще в 17 веке путешественник Самюэль Пепис сделал запись в своем путевом дневнике об обезьяне, называемой им бабуином, которая могла бы не только хорошо понимать английский язык, но и научиться изъясняться жестами. Идея научить шимпанзе изъясняться с помощью языка глухонемых людей была подана в начале 1920-х годов Р. Йерксом из первого Приматологического центра в США. В 1930-е годы Дж. Вольф вступил с шимпанзе в некое подобие диалога с помощью пластиковых жетонов (Wolf, 1936). По одной из



интерпретаций Вольфа, жетоны могли служить для обезьян подобием символов. Опыты проводились с шестью шимпанзе. Первоначально животные были приучены получать за решение задач двукратную награду: жетоны, которые можно было, опустив в автомат, обменять на корм и воду. В ходе дальнейших опытов обезьян научали различать «покупательную ценность» жетонов: например, синий жетон влек за собой появление в миске двух плодов, белый давал только один плод. За черный жетон можно было получить пищу, за желтый – воду. В следующих опытах синий жетон

давал право возвращаться в жилую клетку, желтый – играть с воспитателем. Если в клетке появлялась, например, крыса, которой шимпанзе боялись, они бросали все занятия, хватали синий жетон, опускали его в «правильное» отверстие автомата и взбирались на экспериментатора, чтобы он взял их домой. В начале 1960-х годов «жетонный язык» был успешно использован в работах А.И. Счастливого и Л.А. Фирсова (1961). В обмен на жетоны шимпанзе могли получить пищу, воду или игрушки.

В 1950 г. была опубликована работа Л.И. Улановой, в которой она

описала результаты своих попыток научить макака подавать условные знаки, сигнализирующие о потребности в различных видах твердой и жидкой пищи: ореха, яблока, хлеба, земляники, редиса, молока, кофе, чая. Обезьяну приучили складывать пальцы рук определенным образом. Формируя каждый тип знака, обезьяну сначала тренировали протягивать руки к экспериментатору при виде протягиваемой пищи, но брать пищу позволялось лишь после определенного складывания рук. На формирование каждого знака приходилось от 152 до 576

повторений. Лучше всего удалось сформировать знаки, соответствующие просьбам дать хлеб и яблоко.

Первая ученица Гарднеров, шимпанзе Уошо, появилась у них в 1966 г. В течение четырех лет она освоила 132 жестовых знака и самостоятельно научилась их комбинировать в цепочки из 2–5 слов. Первые такие комбинации касались самых жизненно важных для обезьяны вещей: «Дай сладкий» и «Подойди открой». Позднее Гарднеры передали Уошо Р. Фаутсу для работы в Приматологическом институте в Оклахоме, а их

следующий проект был связан с другой работой, в которой четыре шимпанзенка росли в лаборатории и общались с людьми, хорошо владевшими языком жестов. В этих условиях обезьяны обучались гораздо быстрее.

Успех «проекта Уошо» вызвал большой интерес исследователей и многие из них стали дома и в лаборатории обучать молодых шимпанзе языку ASL. Так, шимпанзе Люси 10 лет прожила в семье психоаналитика Мориса Темерлина и его жены Джейн. Свои первые уроки она начала получать у Фаутса, когда ей было 4 года. В то время Фаутс

разъезжал по окрестностям штата Оклахома и частным образом обучал несколько шимпанзе, воспитывавшихся в семьях ученых. Воспитывая одну из них, Элли, он обнаружил способность шимпанзе «переводить» названия предметов с английского на ASL и доказал это в ряде специальных опытов. В настоящее время Уошо, которой уже более 30 лет, ее приемный сын Лулис и еще три шимпанзе живут и работают под руководством Фаутса в Институте коммуникации шимпанзе и человека в Вашингтоне. Фаутс обобщил свои многолетние исследования в книге «Ближайший

из родственников» (Next of Kin), с подзаголовком: «Уроки шимпанзе о том, кто мы такие» (Fouts, 1997).

Дэвид и Энн Примэки приступили к работе с рожденной на воле шимпанзе Сарой в тот же год, что и Гарднеры. Они впервые разработали искусственный язык (Premack, 1971), прообразом которого, возможно, служил «жетонный язык», используемый Вольфом. С Сарой общались с помощью набора различных по цвету, размерам, форме, текстуре кусочков пластика. Их обратная сторона была металлической, так что они могли удерживаться на магнитной доске.

Каждый кусочек выполнял функцию отдельного слова.

С помощью этих пластиковых символов Саре задавали вопросы, а она отвечала на них, выбирая нужные кусочки пластика и размещая их на доске в определенном порядке сверху вниз (обезьяна сама выбрала такой способ строить предложения). Главное, что по своей форме эти жетоны никак не напоминали те вещи, которые они символизировали. Например, был знак «яблока» (синий треугольник) и знак «фрукт вообще». Среди них были и знаки, обозначающие совершенно абстрактные понятия, такие как,



например, знак «просьбы», знак условия («если — то»), знак отрицания, знак, обозначающий понятие «называется» и т.п., так что в целом запись на доске часто походила на маленькую компьютерную программу. Сара освоила 120 символов, причем в основном по собственной инициативе. Она могла выполнять команды и отвечать на вопросы, используя комбинации из нескольких символов.

Дуэйн Румбо и его коллеги по Йерксовскому приматологическому центру (Атланта, штат Джорджия) разработали управляемую

компьютером экспериментальную программу для изучения способностей к освоению языка у двухлетней шимпанзе Ланы (Rumbaugh, 1977; Rumbaugh, Gill, 1977). Она обучилась пользоваться клавишами на панели. На каждой клавише (первоначально их было 25) имелась лексиграмма на *йеркише* (так называли язык, который осваивала Лана). Она сама научилась составлять «фразы» на дисплее и стирать те, в которых имелись ошибки. Если порядок слов в ее просьбе был правильным, то машина выдавала ей напитки, кусочки банана, музыку, фильмы. Однако

машина оказалась бессильной, когда однажды ночью Лана попросила: «Машина пожалуйста пощекочи Лану точка». Лана адекватно употребляла слово «нет», когда хотела выразить протест, например, если кто-то в ее присутствии пил кока-колу, а ей это было недоступно.

Герберт Террейс (Terrace, 1979) в свое время скептически отнесся к «говорящим» Уошо, Саре и Лане. Он считал, что в данных опытах демонстрируются не более чем результаты блестящей дрессировки и сравнивал шимпанзе, использующих знаки, с дрессированными голубями, которые должны были клевать

кнопки разных цветов в определенном порядке. Своего шимпанзе он назвал Ним Шимпски, в честь известного американского психолингвиста Ноама Хомски, также являющегося убежденным противником трактовки опытов с «говорящими шимпанзе» в плане использования ими полноценного языка (подробнее см. ниже). Ним обучался ASL, как и Уошо, но он учил знаки самопроизвольно, и только те, которые были для него жизненно важны. Так, он употреблял слова «Dirty» (грязь), когда ему нужно было воспользоваться туалетом, «Sleep» (спать), когда ему

было скучно и хотелось сменить обстановку, «Bite» и «Angry» («кусать» и «сердитый»), когда он не мог направить свою агрессию непосредственно на воспитателя. Террейс отметил, что, в отличие от Уошо, Ним не комбинировал слова. Кроме того, он при общении со своими тренерами прерывал их значительно чаще, чем маленькие дети прерывают своих родителей. Террейс проанализировал 20 тысяч «высказываний» Нима, больше половины которых состояло из двух «слов». Из последовательностей, содержащих слово «more» (больше) в 78% «more» было верно поставлено

вперед (например, «more drink»). Однако с возрастом в высказываниях Нима число имитаций возрастало, тогда как у детей бывает как раз наоборот.

Все же в итоге Террейс признал, что его скептицизм был не совсем обоснованным, а различия в результатах по сравнению, например, с Уошо, объяснялись «не совсем идеальными условиями», предоставленными Ниму. В особенности один случай с Нимом поколебал представления Террейса о знаковом поведении шимпанзе как о чисто утилитарном. Во время автомобильной прогулки Ним

заметил, как водитель стоящего неподалеку автобуса налил себе из термоса кофе и выпил его. В этот момент Ним сделал жест «пить». Вернувшись домой, экспериментатор предложил Ниму все имеющиеся виды жидкости, но обезьяна пить отказалась. Сигналом «пить» на прогулке он прокомментировал наблюдаемую ситуацию.

Дуэйн Румбо и Эмили Сью Сэвидж-Румбо позже проводили опыты с группой обезьян в Йерксовском Приматологическом Центре штата Джорджия. В первых опытах (сейчас колония антропоидов разрослась) участвовали 5 особей

*Pan troglodytes* (Лана, Остин, Шерман, Панпанзи и Меркюри) и 5 карликовых шимпанзе-бонобо *Pan paniscus* (Матата, Кэнзи, Мулика, Панбаниша, Тамули). Они общались с помощью раскладной клавиатуры, с набором символов на йеркише, и это средство общения брали с собой на прогулки, укладывая в детские рюкзачки. Бонобо обнаружили настолько значительные успехи, что свою книгу о Кэнзи Сэвидж-Румбо и Левин назвали: «Кэнзи: обезьяна на грани человеческого сознания» (Savage-Rumbaugh, Lewin, 1994).

Бонобо использовали до 400 знаков и обнаруживали незаурядные



творческие способности. Самый способный из них — Кэнзи — мог употреблять символы «бескорыстно», без предварительного обучения, усваивая их из контекста общения, как это делают маленькие дети. Например, он нажимал лексигramму «мяч» и подталкивал руку человека к мячу или же сам брал мяч в руки и играл им. Нажав на лексигramму «одеяло», Кэнзи начинал играть в прятки, надевая одеяло на голову. Поедая яблоко или дыню, он подходил к клавиатуре и нажимал клавишу «яблоко» или «дыня», то есть

комментировал ситуацию и называл предметы, а не просил их.

Кроме шимпанзе, в проектах «говорящие обезьяны» участвуют и другие антропоиды. Орангутан Чантек использовал до 150 знаков ASL . Он, в частности, адекватно употреблял слова «плохо» и «хорошо» (Miles, 1993). Язык жестов использует и горилла Коко, милейшее животное, которое рядом со своей миниатюрной воспитательницей и исследовательницей — белокурой Франсин Паттерсон смотрится как настоящий Кинг-Конг. В проекте «говорящие гориллы», который

стартовал в 1976 г. на острове Мауи (штат Гавайи), принимали участие две обезьяны, Коко и Мишель. Коко родилась в зоопарке Сан-Франциско, и была воспитана Паттерсон с младенческого возраста. Родина Мишеля – Камерун (Африка), он был приобретен в трехлетнем возрасте. Гориллы росли вместе и были очень привязаны друг к другу. В 2000 г. Мишель внезапно умер от сердечного приступа. Он был вполне говорящей обезьяной и употреблял около 500 жестовых слов. Коко – самая известная среди людей горилла – сотрудничает с исследователями до сих пор. Жесты она использует

несколько замедленно, смотрит при этом грустно и вообще выглядит меланхолично, что усиливает эффект от употребляемых гориллой шуток и метафор. Например, длинную трубу она однажды назвала «слон», и затем пояснила: «хобот». Зебру Коко называла «белый тигр». Еще в детстве Коко использовала 375 «слов» и 645 «языковых моделей» (Patterson, Linden, 1981). Сейчас в ее словаре более 1000 «слов».

По мнению антрополога Дж. Лейбера (Leiber, 1995), большинство исследователей, работающих с «говорящими обезьянами», разделились на два лагеря, которым

не мешало бы научиться договариваться не только с обезьянами, но и между собой. Одни относятся к обезьянам как к собственным детям, другие (например, Террейс) — как к объектам исследования. Соответственно представители первого «лагеря» считают, что обезьяны овладели полным аналогом человеческого языка. Так, по мнению Паттерсон, язык больше не является прерогативой человека (Patterson, 1979). В том же плане высказывался и Румбо: «ни использование орудий, ни язык больше не разделяют человека и животных» (Rumbaugh,

1977). Их противники считают, что животные просто научились эффективно выпрашивать пищу и иные жизненные блага, а сравнивать язык, который они используют при этом, с человеческим языком — все равно, что ставить на одну доску, скажем, китайский язык и сигналы светофора. Есть и «промежуточные» мнения, заключающиеся в том, что антропоиды овладели усеченным вариантом человеческого языка, лишенным многих его ключевых свойств (Aitchison, 1976).

На многие скептические возражения в последние годы нашлись ответы, основанные на

дополнительных сериях экспериментов. Специальные опыты показали, что шимпанзе не просто обучаются манипулировать символами, подобно тому, как цирковые животные научаются тому, что им следует делать в ответ на сигналы дрессировщика, а понимают смысл знаков. Часть экспериментов была организована так, что сами экспериментаторы не знали ответа на вопрос, предлагаемый обезьяне: она должна была называть объекты, показываемые на слайде, делая соответствующий знак находящемуся рядом человеку, который не видел этого слайда. Второй

экспериментатор видел жесты обезьяны, тогда как сама обезьяна его не видела, при этом экспериментатор не видел слайдов. В этой ситуации Уошо дала правильные ответы на 92 из 128 вопросов.

Исследователи пришли к выводу о том, что языковые символы, которые усваивают обезьяны, основаны на формировании внутренних представлений о соответствующих им предметах. Шимпанзе обучили названиям нескольких предметов так, как они звучат по-английски, то есть на слух. Затем обезьяны в отсутствие



обозначаемых предметов усвоили знаки ASL, соответствующие этим словам. Когда им предъявили новые предметы соответствующих категорий, они правильно использовали знаки (Fouts, Fouts, 1993).

В качестве одного из существенных отличий между процессами освоения языка молодыми обезьянами по сравнению с детьми указывалось то, что обезьяна, в отличие от ребенка, не «спрашивает» как называется предмет, показывая на него воспитателю, поэтому в развитии языковых способностей животного

отсутствует так называемый «лексический взрыв», характерный для ребенка в возрасте около 2-х лет. Сэвидж-Румбо объясняет это не отсутствием у животных соответствующих способностей, а спецификой проведения большинства опытов, когда обезьяны изначально обучались так, чтобы получать вознаграждение. Действительно, трудно представить себе мать, которая бы вознаграждала своего ребенка конфеткой за верно произнесенное слово.

Правда, уже в ранних опытах иногда обезьяны называли предметы сами, спонтанно, как это делают

маленькие дети, видя знакомый предмет или слыша знакомые звуки. Например, и Ним, и Уошо делали знак собаки, когда видели живую собаку или ее изображение или когда слышали собачий лай. Выше были приведены и другие примеры «бескорыстного называния» предметов. Впоследствии были использованы методики, благодаря которым шимпанзе научились использовать знаки для обозначения предметов в самых разнообразных ситуациях без команды экспериментатора, в том числе и общаясь друг с другом. Принципиальное значение имеет тот

факт, что они применяли знаки в отношении отсутствующих предметов. Так, в ситуации двойного слепого эксперимента шимпанзе видели пять предметов для выбора. Затем в соседней комнате, уже не видя предметов, они осуществляли выбор предмета, нажимая на соответствующую клавишу компьютера, возвращались в первую комнату и брали названный ими предмет. Такие результаты говорят о способности антропоидов к истинному «наименованию» (naming) предметов, которая основана на формировании внутренних

представлений (Savage-Rumbaugh, 1986).

Многие исследователи склоняются к тому, что знаковые системы, которыми овладели приматы, отвечают всем критериям таблицы Хоккета. Ниже мы рассмотрим конкретные примеры.

Шимпанзе оказались в состоянии комбинировать слова для обозначения новых понятий, что в таблице Хоккета соответствует *продуктивности*. Например, Уошо начала, к удивлению своих воспитателей, комбинировать слова уже тогда, когда знала их всего 8–10. Она употребляла слова «candy drink»

(«конфета-питье») для обозначения арбуза, и «water bird» (вода-птица) для обозначения лебедя. Настойчивые просьбы Уошо дать ей «камень-ягоду» означали, как оказалось, американский орех. Когда другой обезьяне – Люси показывали разную пищу – овощи, фрукты и т.д., для большинства из них она знала категориальные жесты, такие как «овощ», «фрукт», «напиток». Когда ее просили назвать какие-либо продукты («что это?»), она образовывала иногда такие сочетания жестов, которые заставляли по-новому посмотреть на ее представления о вещах. Сельдерей

она называла «пищей-трубкой», арбуз — «фруктом-напитком», редиску — «пищей — ай больно». Лана обозначала огурец «бананом, который зеленый», а апельсин — «яблоком, которое оранжевое».

Обезьянам оказались доступны переносы значений знака , иногда довольно тонкие. Так, Уошо назвала служителя, долго не дававшего ей пить, «грязный Джек», и это слово явно было употреблено не в смысле «запачканный», а как ругательство; шимпанзе называли также бродячего кота «грязным котом», а гиббонов — «грязными обезьянами». Горилла Коко называла свою тренершу

«Пенни — сортирный грязный дьявол».

Из опытов с Сарой следует множество примеров произвольности символов. Например, ей показывают яблоко и просят обозначить его одним из доступных ей пластиковых значков и выбрать из них значки, соответствующие двум альтернативам: красное или зеленое, круглое или квадратное. Ни один из значков не имел ничего общего ни с квадратным, ни с красным. Яблоко обозначалось синим треугольником.

Обезьяны оказались не только способными к образованию сложных



ассоциативных цепочек, но и овладели одним из ключевых свойств человеческих языков — *перемещаемостью* : способностью сообщать о событиях, не находящихся в поле зрения и не совпадающих по времени с моментом, когда ведется рассказ. Именно это свойство позволяет нам накапливать жизненный опыт.

Одно из первых наблюдений в этом плане касается Люси: когда ее разлучили с любимой собакой, которую понадобилось лечить, она постоянно повторяла ее имя и что той больно. Коко, когда ей показывали картинку с

изображением ванной комнаты, говорила: «Здесь я плачу».

С Уошо были проведены специальные опыты. Чтобы обучить ее знаку «нет», Гарднеры просигналили ей, что снаружи ходит большая собака, которая хочет ее съесть. Через некоторое время обезьяне предложили погулять, и она, всегда ранее с восторгом принимавшая такое предложение, на этот раз отказалась. Единственной причиной могло быть воспоминание о собаке, причем образ собаки приобрел дополнительный признак «быть снаружи». Он стал

посредником между образами «прогуляться» и «собака» .

На базе *перемещаемости* , как считают лингвисты, и возникла *грамматика* , как некая структура, способствующая поддержанию и организации процессов мышления таким образом, чтобы освободить людей от гнета сиюминутности. Для этого должна быть определена структура предложения, в котором соответствующим образом организованы такие сложные категории как определение, субъект действия, место действия, действующее лицо, объект действия.

Большая доля усилий Гарднеров, их коллег и последователей была направлена на выяснение грамматической организации предложений, продуцируемых шимпанзе. Так, Уошо, обращаясь к людям с просьбой выпустить ее из вольеры, обнять, пощекотать, в 90% случаев ставила местоимение «ты» перед «я» («ты щекотать я» ). Описывая картинки, предъявляемые в сходных тестах маленьким детям, обезьяны почти никогда не ошибались в порядке слов, обозначающих субъект и объект действия («кошка кусать собака» или «собака кусать кошка»).

Что касается культурной преемственности, то здесь наибольший вклад внесли проекты Гарднеров и Фаутса. Четверо молодых шимпанзе, освоивших ASL, адресовали эти знаки не только людям, но и друг другу, кошкам, собакам, игрушкам и даже деревьям. Самым эффектным результатом являются успехи, достигнутые приемным сыном Уошо – Лулисом. Фаутс приобрел его в возрасте 10 месяцев, а впоследствии его и Уошо познакомили с Даром, Моджей и Тату. Фаутс и его сотрудники умышленно не употребляли в присутствии шимпанзенка жестов

языка ASL, за исключением семи вопросительных жестов, означавших «какой», «кто» и «что». Ни один человек не учил Лулиса жестам. Тем не менее, только благодаря наблюдению и подражанию, он выучил в течение 5 лет более 50 знаков. Исследователям трижды удалось наблюдать, как Уошо обучала знакам своего приемного сына, шимпанзенка Лулиса.

Если рассматривать все результаты, достигнутые «говорящими обезьянами» с помощью различных методик, можно узнать о высших психических функциях животных неизмеримо

больше, чем 30 лет назад, когда никто еще не вступал в столь эффективный диалог с животными.

Ошибки, которые совершала Уошо, давали Гарднерам даже больше интересного материала, чем ее правильные ответы. Например, когда Уошо спрашивали, указывая на гребень, как называется этот предмет, она жестом вполне могла изобразить щетку, но вряд ли когда-нибудь изобразила бы тарелку. Однако, жест, изображающий тарелку, мог ошибочно использоваться Уошо для обозначения вазы или даже чашки. Иными словами, Уошо могла четко

классифицировать предметы по категориям. Молодые шимпанзе, с которыми Гарднеры работали в своем втором исследовании, однозначно относили множество пород собак к категории «собака», различные виды цветов — к категории «цветок», разных насекомых — к единственной известной им категории «жук» и т.п. Автомобили (на фотографиях или игрушечные) шимпанзе чаще относили к одушевленным, чем к неодушевленным предметам. О высоко развитой способности к абстрагированию и генерализации говорят и такие примеры: Лана



употребляла слово «это» для предметов, названия которых она не знала. Уошо и другие шимпанзе были способны обобщать употребление жестов, перенося их в новые ситуации: например, знак «открывать», выученный в применении к дверям — применительно к сосудам, холодильнику, водопроводному крану.

Хотя далеко не все психологи, лингвисты и антропологи безоговорочно признали в лице Уошо примата, владеющего языком, сама обезьяна, нимало не сомневаясь, причисляла себя к людскому роду, а других шимпанзе называла «черными

тварями». Человеком считала себя и Вики, которая, хотя и не была обучена жестовому языку, понимала множество обращенных к ней просьб и умела классифицировать. Однажды, когда перед ней поставили задачу отделить фотографии людей от фотографий животных, свое изображение она уверенно поместила к изображениям людей, положив его поверх портрета Элеоноры Рузвельт, но когда ей дали фотографию ее волосатого и голого отца, она отбросила ее к слонам и лошадям (Hayes, Hayes, 1951).

Система жестов в качестве языка-посредника применялась и для

общения с дельфинами-афалинами (Herman, 1986). Дельфины прекрасно понимали обращенные к ним «фразы», в которых «словами» служили жестовые сигналы. Каждый сигнал соответствовал отдельному предмету или действию с этим предметом. Экспериментатор демонстрировал животным жесты, стоя на краю бассейна. После того, как дельфины усвоили соответствие жестов, предметов и действий, они получали инструкции: например, нырнуть за кольцом, поднять его со дна бассейна и положить сверху на мяч. Порядок действий, совершаемых дельфинами, соответствовал порядку

слов в обращенных к ним фразах. Анализ достигнутых результатов привел специалистов к выводу о том, что дельфины, подобно антропоидам, реагируют на синтаксические признаки предложений. Сходные результаты были достигнуты в опытах с морскими львами (Schusterman, Krieger, 1986).

И. Пепперберг исследовала способность представителей другого класса к усвоению и к употреблению несвойственных виду знаковых систем, используя в качестве языка-посредника человеческую речь (Pepperberg, 1987). Она работала с

попугаями (серыми жако), первым из которых был Алекс, ставший, по крайней мере, в кругах этологов, такой же знаменитостью как шимпанзе Уошо. Пепперберг впервые удалось поставить эксперименты, с помощью которых можно судить об уровне «языкового мышления» у попугая. Разработанный ею метод отличается тем, что в процессе обучения участвуют одновременно два обучающих человека. Один (основной) обучающий обращается как к человеку (второму обучающему), так и к попугаю. Второй обучающий является, с одной стороны, учеником и моделью для

ответов попугая, а с другой как бы его соперником. Этот метод автор назвала методом треугольника.

В итоге серый жако Алекс знал английские названия более чем 80 предметов и названия категорий «цвет», «форма», «материал». Он правильно отвечал на многочисленные вопросы, касающиеся свойств предмета, такие как «какого цвета шестиугольная деревяшка?». В тесте при предъявлении пар предметов, сначала знакомых, а затем совершенно новых, попугай в 70–80% случаев на вопрос «что одинаковое?» или «что разное?»

правильно называл признак, по которому предметы были сходны или различны. Если предметы были полностью идентичны, то на вопрос «что различается?» попугай отвечал «Ничего». Подобно «говорящим» антропоидам, попугай прогнозировал приятные или, напротив, нежелательные для себя события и выражал соответствующие желания, например, просил не оставлять его одного в темной комнате, сопровождая просьбу словами «не уходи... прости...».

В целом, использование языков-посредников, сконструированных на базе человеческих языков, говорит о

таких значительных резервах коммуникативных возможностей животных, которые трудно было представить себе 35 лет назад, до первых результатов, полученных в этой области. Однако речь идет об искусственных языках, придуманных исследователями специально для общения с животными. Тем более обидно, что об их естественных «языках» почти ничего неизвестно. Ниже речь пойдет о новом подходе, разработанном автором в соавторстве с известным специалистом по теории информации Б.Я. Рябко (Резникова, Рябко, 1988, 1990, 1997, 1999).



# **Теоретико- информационный подход к исследованию «языка» животных**

Суть этого подхода в том, что в экспериментах испытуемым животным предлагается передать заранее известное экспериментатору количество информации, и при этом измеряется время, затраченное на ее передачу , т.е. оценивается скорость передачи информации.

Мы исходим из того, что кроме перечисленных выше свойств языка — таких как продуктивность, символичность, перемещаемость — язык должен обладать еще одним: размер сообщения должен быть пропорционален количеству информации в нем.

Поясним это требование. После введенного К. Шенноном в конце 1940-х годов строгого понятия «количество информации» были исследованы многие естественные языки человека и обнаружено, что во всех этих языках длина сообщения пропорциональна количеству информации, в нем содержащейся.

Это, в частности, означает, что на двух страницах книги можно разместить в два раза больше сведений, чем на одной.

Что же такое информация по Шеннону? В опыте «орел или решка» возможны два равновероятных исхода: подброшенная монета падает вверх либо гербом, либо цифрой. Если кто-нибудь сообщит нам результат такого опыта, он передаст 1 бит информации (бит — единица измерения информации). Вообще, если опыт имеет  $n$  равновероятных исходов и нам сообщают его результат, то мы получаем  $\log_2(n)$  битов информации.

На рассмотренном понятии информации основана современная теория и практика построения систем связи (основополагающая работа Шеннона так и называлась «Математическая теория связи»). В дальнейшем оказалось, что эта же величина играет фундаментальную роль в психологии, лингвистике и других областях (см. Шеннон, 1963).

Исходя из этих представлений, система коммуникации животных исследовалась нами как средство передачи информации – конкретной, количественно измеримой величины. Объектом исследования служили муравьи – чрезвычайно удобный

объект для исследования социального поведения.

В наших опытах муравьи могли получить пищу лишь в том случае, если они передавали друг другу заданное экспериментатором количество информации. В частности, когда муравьи, в одном из опытов, описанных выше, дистанционным путем должны были передать информацию об одной из 120 «веток», они передавали  $\log_2 (120) \approx 7$  битов информации.

В новой серии опытов муравьям предлагали пищу в специальном лабиринте, названном нами «бинарным деревом». В простейшем

случае дерево состояло из одной развилки, а на концах двух «листьев» находились кормушки: одна пустая, другая – с сиропом. Чтобы найти ее, муравьи должны были сообщить друг другу сведения «иди налево» или «иди направо», т.е. 1 бит информации. Максимальное число развилок в опытах доходило до 6, и, соответственно число конечных «листьев» было  $2^6$ . Только на одном из них находилась кормушка с сиропом, остальные были пустыми. В таких опытах муравьи могли быстро отыскать корм, если получали сведения о последовательности поворотов типа

«ЛПЛППЛ» (налево, направо, ... и т.д.). При 6 развилках в лабиринте им необходимо было передать 6 битов информации.

В экспериментах, чтобы знать муравьев «в лицо», их метили индивидуальными цветными метками. Оказалось, что при решении сложных задач среди муравьев выделяются постоянные по составу рабочие группы, состоящие из одного разведчика и 4–7 фуражиров. Было также обнаружено, что каждый разведчик, найдя пищу, вступает в контакт только со своей группой. В опытах измерялась длительность контактов каждого

разведчика с фуражирами в прозрачном гнезде, когда разведчик возвращался после удачного похода за сиропом. В это время лабиринт заменяли тождественным, но свежим, лишенным каких бы то ни было следов. Таким образом, исключалось использование пахучей тропы, которую мог бы оставить муравей в лабиринте. Фуражиры, пообщавшись с разведчиком, были вынуждены действовать самостоятельно: разведчика изымали пинцетом и временно отсаживали в баночку. В опытах исключали использование муравьями пахучего следа.



В опытах с бинарным деревом количество информации (в битах), необходимое для выбора правильного пути в лабиринте, равно числу развилок. Оказалось, что у трех видов муравьев с групповой организацией доставки пищи зависимость между временем контакта разведчика с фуражирами и количеством передаваемой информации (числом развилок) близка к линейной и описывается уравнением  $t=ai+b$ , где  $t$  – время контакта,  $a$  – коэффициент пропорциональности, равный скорости передачи информации (число битов в минуту), а  $b$  –

константа, введенная нами потому, что муравьи могут передавать дополнительную информацию, не имеющую прямого отношения к поставленной задаче, например, сигнализировать «есть пища». Отметим сразу, что скорость передачи информации у муравьев по крайней мере в 10 раз ниже, чем у человека – около 1 бит в минуту.

Одной из важнейших характеристик языка и интеллекта его носителей следует считать способность быстро подмечать закономерности и использовать их для кодирования, «сжатия» информации. Тогда размер

сообщения о некотором объекте или явлении должен быть тем меньше, чем они проще, т.е. чем больше в них закономерностей. Например, человеку легче запомнить и передать последовательность поворотов на пути к цели «ЛП-ЛП-ЛП-ЛП-ЛП-ЛП-ЛП» (налево—направо, и так 7 раз), чем более короткую, но неупорядоченную последовательность «ПЛЛЛППЛП». Оказалось, что «язык» муравьев и их интеллект позволяют им использовать простые закономерности «текста» для его сжатия (здесь «текст» —

последовательность поворотов на пути к кормушке).

Здесь, пожалуй, уместно вернуться к человеку и вспомнить, что нейрофизиологи считают одной из основных функций речи так называемое *когнитивное сжатие* — то, что помогает расчленять окружающий мир, сводить с помощью языка множество понятий в одном символе. Конечно, здесь это не более, чем аналогия.

Итак, выяснилось, что муравьи способны передавать друг другу довольно много различных сообщений, а время передачи сообщения пропорционально

количеству информации в нем. Более того, оказалось, что эти насекомые способны подмечать закономерности и использовать их для «сжатия» информации.

Видимо, такую развитую коммуникативную систему можно назвать «языком», используя аналогию с символическим языком танца медоносных пчел. У муравьев возможности их коммуникативной системы, видимо, еще больше, чем у пчел. Заметим, однако, что среди огромного числа видов муравьев подавляющее большинство не нуждается в развитом языке. Выше уже говорилось о том, что у многих

видов в естественных условиях используется система одиночной фуражировки. Немногочисленные фуражиры ведут активный поиск добычи на кормовом участке, справляясь со всеми задачами в одиночку. Другая, довольно большая, группа видов использует пахучий след, с помощью которого немногочисленные разведчики, найдя пищу, мобилизуют массу пассивных фуражиров из гнезда. И лишь немногие муравьиные «приматы» достигли высшего уровня социальной организации и максимально возможного для этой группы биологического прогресса.

Только представители этих видов продемонстрировали в наших опытах «языковые» способности. Муравьи других видов старались привлекать фуражиров с помощью пахучего следа, а когда по условиям опыта это оказывалось невозможно, переходили к одиночной фуражировке.

Теоретико-информационный подход к исследованию языка животных может быть применен не только к муравьям, но и к другим общественным животным — дельфинам, обезьянам, термитам. При этом, разумеется, техника экспериментов должна быть

изменена с учетом особенностей поведения и размеров объектов исследования.

## **Заключение**

Итак, характеризуя три основных подхода к изучению языкового поведения животных и достигнутые с их помощью результаты, можно с уверенностью сказать, что в последней четверти 20-го века произошла настоящая революция в научном направлении, связанном с изучением языкового



поведения и интеллектуальных возможностей животных. Оказалось, что многие виды животных с высоким уровнем социальной организации обладают развитой коммуникативной системой, совпадающей по многим характеристикам с языками человека. Однако, несмотря на методологический прорыв в данной области, пока вопросов остается больше, чем ответов. Каждый из перечисленных методов имеет существенные ограничения, и пытаясь мысленно объединить одни лишь достоинства, мы неизбежно попадаем в положение гоголевской

Агафьи Тихоновны, мечтающей об интегральном образе жениха, соединяющего самые приятные черты, позаимствованные у всех претендентов сразу.

В самом деле, метод прямой расшифровки сигналов хорош тем, что раскрывает возможности естественной коммуникации. Однако он дает внятные результаты лишь в тех — весьма редких в мире животных — случаях, когда часто повторяющиеся и явно различимые сигналы соответствуют четко очерченным и легко наблюдаемым ситуациям. Разработка языков-посредников дает возможность

прямого диалога с некоторыми видами животных. Это открывает фантастическую перспективу оценки их «лингвистических» способностей и тесно связанных с ними когнитивных возможностей. Однако доступ к естественным сигналам остается закрыт, и, кроме того, промежуточные языки могут быть использованы для весьма ограниченного круга видов. Так, общение с муравьями при помощи языка-посредника, вероятно, невозможно. Наконец, теоретико-информационный подход открывает возможность «диалога с черным ящиком». Мы принципиально

отказываемся исследовать природу сигналов, концентрируясь на характеристиках системы коммуникации, полученных в ситуации, когда экспериментатор предлагает животным передать друг другу заданное количество информации. Сложность языкового поведения оценивается по характеру задач, решаемых животными с помощью их естественной коммуникативной системы. Адаптация этого метода к разным видам может позволить хотя бы частично решить «задачу Агафьи Тихоновны», то есть объединить достоинства первого метода

(исследование естественных видоспецифичных сигналов) и второго (оценка потенциальных возможностей коммуникативных систем). Для плодотворных исследований в области изучения языка животных необходимо, прежде всего, продуктивный диалог между экспериментаторами, использующими принципиально различные подходы. Будем надеяться, что для этого не понадобится разработка специфических языков-посредников. J

## Литература

Гарнер Р.Л. 1899. Язык обезьян. С.-Петербург: Изд-во П.П. Сойкина.

Дерягина М.А., Бутовская М.Л., Семенов А.Г. 1989. Эволюционные перестройки систем коммуникации в филогенезе приматов и гоминид (в связи с проблемой происхождения речи). Биологические предпосылки антропосоциогенеза. Т. 1, М., с. 98–129.

Дерягина М.А., Васильев С.В. 1993. Формы общения у приматов и происхождение языка человека. В кн.: Язык в океане языков. Новосибирск: Сибирский хронограф, с. 60–85.

Длусский Г.М. 1967. Муравьи рода Формика. М.: Наука, 236 с.

Длусский Г.М. 1981. Принципы коммуникации у муравьев. Чтения памяти Н.А. Холодковского. Л.: Наука, с. 3–33.

Дьюсбери Д. 1981. Поведение животных: Сравнительные аспекты. М.: Мир, 480 с.

Еськов Е.К. 1979. Акустическая сигнализация общественных насекомых. М.: Наука, 207 с.

Захаров А.А. 1978. Муравей, семья, колония. М.: Наука, 144 с.

Захаров А.А. 1991. Организация сообществ у муравьев. М.: Наука, 277 с.

Красилов В.А. 1997.

Метаэкология. Закономерности эволюции природных и духовных систем. М.: Изд-во Палеонтологического института РАН.

Левченко И.А. 1976. Передача информации о координатах источника корма у пчелы медоносной. Киев: Наукова думка, 250 с.

Линден Ю. 1981. Обезьяны, человек и язык. М.: Мир, 271 с.

Лопатина Н.Г. 1971. Сигнальная деятельность в семье медоносной пчелы ( *Apis mellifera* ). Л.: Наука, 154 с.



Мак-Фарленд Д. 1988.

Поведение животных.

Психобиология, этология и  
эволюция. М.: Мир, 519 с.

Мариковский П.И. 1958. К  
вопросу о сигнализации у муравьев.  
Энтомол. обозр., Т. 37, №3, с. 557–  
562.

Меннинг О. 1982. Поведение  
животных. М.: Мир, 360 с.

Никольский А.А. 1984. Звуковые  
сигналы млекопитающих в  
эволюционном процессе. М., 199 с.

Никольский А.А., Фроммольт  
К.Х. 1989. Звуковая активность  
волка. М.: Изд-во МГУ, 125 с.

Пажетнов В.С. 1990. Бурый медведь. М.

Резникова Ж.И. 1979. Пространственная ориентация и способность муравьев улавливать логическую структуру задачи. В кн.: Этология насекомых и клещей. Томск, с. 18–24.

Резникова Ж.И. 1983. Межвидовые отношения у муравьев. Новосибирск: Наука, 208 с.

Резникова Ж.И. 1997. Структура сообществ и коммуникация животных. Новосибирск: Мост, 90 с.

Резникова Ж.И. 2000 а. Интеллект и язык. Животные и

человек в зеркале эксперимента . Ч.  
I. М.: Наука, 280 с.

Резникова Ж.И. 2000 б . Между  
драконом и яростью. Этологические  
и эволюционные аспекты  
межвидовых отношений животных  
(гипотезы и теории, хищники и  
жертвы). Часть II. М.: Научный Мир,  
208 с.

Резникова Ж.И. 2001. Популяции  
и виды на весах войны и мира.  
Этологические и эволюционные  
аспекты межвидовых отношений  
животных. Часть III. М.: Логос, 270 с.

Резникова Ж.И., Новгородова  
Т.А. 1998. Индивидуальное  
распределение ролей и обмен

информацией в рабочих группах муравьев. Успехи современной биологии, Т. 118, вып. 3, с. 345–356.

Резникова Ж.И., Рябко Б.Я. 1988.

Язык муравьев и теория информации. Природа, №6, с. 65–70.

Резникова Ж.И., Рябко Б.Я. 1990.

Теоретико-информационный анализ «языка» муравьев. Журнал общей биологии, Т. 51, №5, с. 601–609.

Резникова Ж.И., Рябко Б.Я. 1995.

Передача информации о количественных характеристиках объекта у муравьев. Журн. высшей нервной деятельности, Т. 45, №3, с. 500–509.

Резникова Ж.И., Рябко Б.Я. 1997. Арифметические способности муравьев. Наука в России, №4, с. 31–34.

Резникова Ж.И., Рябко Б.Я. 1999. Экспериментальные исследования способности муравьев к сложению и вычитанию небольших чисел. Журн. высшей нервной деятельности, Т. 49, вып.1, с. 12–21.

Сифард Р.М., Чини Д.Л. (Seyfarth R.M., Cheney D.L) 1993. Разум и мышление у обезьян. В мире науки, №2–3, с. 68–75.

Уланова Л.И. 1950. Формирование у обезьян условных знаков, выражающих потребность в

пище. В сб.: В.П. Протопопов (ред.). Исследование высшей нервной деятельности в естественном эксперименте. Киев: Госмедиздат УССР.

Фирсов Л.А. 1972. Память у антропоидов. Л.: Наука, 230 с.

Фирсов Л.А. 1983. Довербальный язык обезьян. Журн. эвол. биохим. и физиол., Т. 19, вып. 4, с. 381–389.

Фирсов Л.А. 1993. По следам Маугли? В кн.: Язык в океане языков. Новосибирск: Сибирский хронограф, с. 44–59.

Фриш К. 1980. Из жизни пчел. М.: Мир, 214 с.

Шеннон К. 1963.

Математическая теория связи.  
Работы по теории информации и  
кибернетике. М.: ИЛ, с. 243–333.

Aitchison J. (1976) 1983. The  
Articulate Mammal. An introduction to  
psycholinguistics. Hutchinson Publishing  
Group Ltd, p. 291.

Boysen S.T., Berntson G.G.,  
Hannan M.B., Cacioppo J.T. 1996.  
Quantity-based interference and  
symbolic representation in chimpanzees  
( *Pan troglodytes* ). Exp. Psychol.:  
Anim. Behav. Process. V. 22, N1, p. 76–  
86.

Cheney, D.L., Seyfarth R.M. 1990  
How monkeys see the world. University

of Chicago Press.

Cheney, D.L., Seyfarth R.M. 1997. Why Animals Don't Have Language. The Tanner Lectures on Human Values. Cambridge University, p. 1–37.

Chevalier-Skolnikoff S.1976. The ontogeny of primate intelligence and its implication for communicative potential: A preliminary report. In: S.R. Harnad, H.D. Steklis, Lancaster (Eds.). Annals of the New York Academy of Sciences, V. 280, «Origins and Evolution of Language and Speech», New York, p. 173–211.

Chomsky N. 1972. Language and mind. New York, p. 250.



Chomsky N. 1975. The Logical structure of linguistic theory. University of Chicago Press.

Chomsky N. 1986. Knowledge of Language. Greenwood.

Esch H. 1964. Beitrige zum Problem der Entfernungswesung in den Schwanzeltänzen der Hinigbiene. Z. Vergl. Physiol., V. 48, s. 534–546.

Evans C., Evans D. 1999. Chicken food calls are functionally referential. Animal Behaviour, V. 58, p. 307–319.

Evans W.E., Bastian J. 1969. Marine mammal communication: social and ecological factors. In: H.T. Andersen (Ed.), The Biology of Marine Mammals, New York Acad. Press.

Fouts R.S. (with S.T. Mills) 1997. Next of Kin: What Chimpanzees Have Taught Me About Who We Are. Whashington.

Fouts R.S. , Fouts D.H. 1993. Chimpanzees' Use of Sign Language. In: The Great Ape Project: Equality Beyond Humanity. Ed. P. Cavalieri and P. Singer. New York: St. Martin's Press, p. 28–41.

Frisch K., Von. 1923. Über die Spriche der Bienen. Zool. Jahrb. V. 40, p. 1–119.

Frisch K., Von. 1950. Bees, their vision, chemical senses and language. Cornell Univ. Press.

Frisch K., Von. 1956. The «language» and orientation of the bees.

Proc. Amer. Phil. Soc. V. 100, p. 515–519.

Frisch K., Von. 1967. The Dance Language and Orientation of Bees (trans. By Chadwick K.E.). Cambridge, Mass., Harvard Univ.Press.

Gardner B.T., Gardner R.A. 1969. Teaching sign language to a chimpanzee. Science, N165, p. 664–672.

Gould J.L. 1976. The dance language controversy. Q. Rev. Biol., V. 57, p. 211–244.

Hauser M.D. 2000. A Primate Dictionary? Decoding the function and meaning of another species' vocalizations. Cognitive Sciences, V. 24, N3, p. 445–475.

Herman L.M. 1986. Cognition and language competence in bottlenosed dolphins. In: Dolphin cognition and behaviour. New York: Hillside, p. 221–252.

Hockett C.D. 1960. The origin of speech. Scientific American, N203, p. 99–196.

Hülldobler B., Wilson E.O. 1990. The Ants. Berlin: Springer Verlag, 732p.

Janik V.M., Slater P.J.B. 1997. Vocal learning in mammals. Advances in the Study of Behavior, V. 26, p. 59–99.

Jürgens U. 1989. Language Evolution. In: Speech and Language. Readings from the «Encyclopedia of

Newroscience» (D. Kimura, ed.).  
Birkhäuser, Boston-Basel. p. 9–34.

Kimura D. 1979. Neuromotor mechanisms in the evolution of human communication. In: Neurobiology of Social Communication in Primates. Steklis H.D, Raleigh M.J. (eds). New York Academic Press. p. 197–219.

Lenoir A., Jasson P., 1982. Evolution et rôle des communications antennaires chez les Insectes Sociaux. In: Social Insects in the tropics. P. Jasson (ed.). Univ. Paris-Nord, p.157–180.

Lindauer M. 1961. Communication among Social Bees. Cambridge,

Massachusetts, Harvard Univ. Press, p. 230.

Menzel, Jr., E.W. 1974. A group of young chimpanzees in a one-acre field. In: Behavior of Nonhuman primates. Schrier A.M., Stollnitz F. (eds.), V. 3. New York: Academic Press, p. 83–153.

Michelsen A. 1993. The transfer of information in the dance language of honeybees: progress and problems. J. Comp. Physiol. A, Sensory, Neural and Behavioural Physiology. V. 173, p. 135–141.

Michelsen A. 1998. The dance language of honeybees: recent findings and problems. In: Peter Marler Book, MIT Press.

Michelsen A., Andersen B.B.,  
Kirchner W., Lindauer M. 1990.  
Transfer of information during honeybee  
dances, studied by means of a  
mechanical model. In: Sensory systems  
and communication in Arthropods.  
Advanced in Life Sci., Basel, Birkhäuser  
Verlag, p. 284–300.

Mitani J. 1996. Comparative  
studies of African ape vocal behaviour.  
In: Great Ape Societies. Eds. W.C.  
McGrew, L.F. Marchant and T. Nishida.  
Cambridge: Cambridge University  
Press. p. 203–235.

Morel L. 1986. Ontogenesis of the  
antennal activity associated with food  
transfer in the callow worker ant.

Develop. Psychobiol., V. 10, N5, p. 413–426.

Patterson F. 1979. Talking gorillas as informants: question posed by Jane Goodall regarding wild chimpanzees. Gorilla, N2, p. 1–2.

Patterson F., Linden E. 1981. The Education of Koko. New York: Holt, Rinehart and Winston.

Pepperberg I.M. 1987. Acquisition of the same – different concept by an African grey parrot ( *Psittacus errithacus* ): Learning with respect to categories of colour, shape and material. Anim. Learn. and Behav., V. 15, p. 423–432.



Premack D. 1971. Language in chimpanzee? Science, N172, p. 808–822.

Reznikova J. (Zh.) 1982. Interspecific communication between ants. Behaviour, N80, p. 84–95.

Rumbaugh D.M. 1977. Language Learning by a Chimpanzee. New York Acad. Press, p. 250.

Rumbaugh D.M., Gill T.V. 1977. Lana's Acquisition of Language Skills. In: Language Learning by a Chimpanzee: The Lana Project. Ed. D.M. Rumbaugh, New York: Academic Press, p. 165–192.

Savage-Rumbaugh E.S. 1986. Ape Language: From Conditioned Response

to Symbol. New York: Columbia University Press.

Savage-Rumbaugh S., Lewin R. 1994. Kanzi: The Ape at the Brink of the Human Mind. New York: John Wiley & Sons.

Seyfarth R.M., Cheney D.L. 1980. The Ontogeny of Vervet Monkey Alarm Calling Behaviour: A Preliminary Report. Z. Tierpsychol. Bd. 54, p. 37–56.

Shannon C.E. 1948. A mathematical theory of communication. Bell System Techn. J., V. 27, p. 623–656.

Temerlin M.K. 1975. Lucy: Growing up Human. Palo Alto, Calif.: Science and Behaviour Books.

Terrace H.S. 1984. Simultaneous chaining: The problem it poses for traditional chaining theory. In: M.L. Commons, R.J. Herrnstein, A.R. Wagner (Eds.). Quantitative Analyses of Behavior: Discrimination Processes. Cambridge, MA: Ballinger Publishing Co. p. 115–138.

Theberge J.B., Pimlott D.H. 1969. Observations of wolves at a rendezvous site in Algonquin Park. Can. Field Nat. V. 83, N2, p. 122–128.

Wasmann E. 1899. Die psychischen Fähigkeiten der Ameisen. Zoologica, Bd. 26, s. 1–133.

Yerkes R.M. 1916. The Mental Life of Monkeys and Apes, a Study of

Ideational Behavior. Behavior  
Monographs, Baltimore.

Zuberbühler K. 2000 *b* .

Referential labelling in Diana monkeys.  
Animal Behaviour, V. 59, p. 917–927.

2006:03:02